



**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ**

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

**ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO INŽENÝRSTVÍ**

INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

**RUČNÍ VÝROBA NOŽE Z DAMAŠKOVÉ OCELI**

MANUAL PRODUCTION OF DAMASK STEEL KNIVES

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

BACHELOR'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**

AUTHOR

**Martin Žilinský**

**VEDOUCÍ PRÁCE**

SUPERVISOR

**Ing. Milan Kalivoda**

**BRNO 2021**

# Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav automobilního a dopravního inženýrství  
Student: **Martin Žilinský**  
Studijní program: Strojírenství  
Studijní obor: Stavba strojů a zařízení  
Vedoucí práce: **Ing. Milan Kalivoda**  
Akademický rok: 2020/21

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

## Ruční výroba nože z damaškové oceli

### Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Nože z damaškové oceli jsou středem zájmu sběratelů. Je rozšířena ruční výroba různých prototypů, převážně originálních bez uvažování kusové či sériové výroby.

### Cíle bakalářské práce:

- Technicko–historický pohled na damaškovou ocel.
- Účel damaškové oceli u spotřebního zboží.
- Autorský návrh prototypu nože.
- Sestavení výrobního procesu.
- Realizace výroby.
- Zhodnocení prototypu.

### Seznam doporučené literatury:

FOREJT, Milan a Miroslav PÍŠKA. Teorie obrábění, tváření a nástroje. 1. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2006. 225 s. ISBN 80-214-2374-9.

LEINVEBER, Jan a Pavel VÁVRA. Strojnické tabulky. 3. vyd. Úvaly: ALBRA, 2006. 914 s. ISBN 80-7361-033-7.

MÁDL, Jan et al. Jakost obráběných povrchů. 1. vyd. Ústí nad Labem: UJEP, 2003. 180 s. ISBN 80-7044-639-4.

PÍŠKA, Miroslav et al. Speciální technologie obrábění. 1. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2009. 252 s. ISBN 978-80-214-4025-8.

Příručka obrábění, kniha pro praktiky. 1. vyd. Praha: Sandvik CZ, s. r. o. a Scientia, s. r. o., 1997. 857 s. ISBN 91-972299-4-6.

PTÁČEK, Luděk et al. Nauka o materiálu I. 2. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2003. 516 s. ISBN 80-72-4283-1.

PTÁČEK, Luděk et al. Nauka o materiálu II. 2. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2003. 516 s. ISBN 80-72-4283-1.

SHAW, Milton Clayton. Metal Cutting Principles. 2nd ed. Oxford: Oxford University Press, 2005. P. 651. ISBN 0-19-514206-3.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2020/21

V Brně, dne

L. S.

---

prof. Ing. Josef Štětina, Ph.D.  
ředitel ústavu

---

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.  
děkan fakulty

**ABSTRAKT**

Bakalářská práce se zabývá výrobou damaškové oceli a následného zhotovení nože. Teoretická část obsahuje technický popis, historii damaškové oceli a její využití v současnosti. Praktická část zahrnuje detailní postup návrhu vlastního prototypu nože, technologický postup výroby damaškové oceli, vybroušení tvaru nože, jeho tepelné zpracování a zhotovení rukojeti. Výsledkem je realizace výroby damaškového nože dle zvoleného technologického postupu a zhodnocení vzniklého prototypu.

**Klíčová slova**

damašková ocel, nůž, technologický postup, kování, svařování

**ABSTRACT**

The bachelor thesis deals with the production of damask steel and the subsequent manufacture of a knife. The theoretical part contains a technical description, the history of Damascus steel and its current use. The practical part includes a detailed design of the knife's own prototype, the technological process of damask steel production, grinding the shape of the knife, its heat treatment and making the handle. The result is the realization of the production of a damask knife according to the chosen technological procedure and the evaluation of the resulting prototype.

**Key words**

damask steel, knife, technological process, forging, welding

**BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

ŽILINSKÝ, Martin. *Ruční výroba nože z damaškové oceli*. Brno 2021. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/132606>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav automobilního a dopravního inženýrství. 36 s. 5 příloh. Vedoucí práce Ing. Milan Kalivoda.

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma **Ruční výroba nože z damaškové oceli** vypracoval/la samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

.....  
Datum

.....  
Martin Žilinský

## **PODĚKOVÁNÍ**

Děkuji tímto panu Ing. Milanu Kalivodovi z VUT v Brně za vedení a cenné rady při vypracování bakalářské práce a za vstřícnost při konzultacích.

Dále bych rád poděkoval uměleckému kováři Josefu Hruškovi za ochotu, poskytnutí hodnotných rad a možnost využití kovářské dílny při výrobě damaškové oceli.

Mé poděkování také patří švagrovi Petru Hoffmannovi za možnost odborného tepelného zpracování nože.

Na závěr bych chtěl poděkovat slečně Karolíně Tovaryšové za podporu ve studiu.

**OBSAH**

ABSTRAKT .....	4
PROHLÁŠENÍ.....	5
PODĚKOVÁNÍ .....	6
OBSAH.....	7
ÚVOD .....	9
1 TECHNICKO-HISTORICKÝ POHLED NA DAMAŠKOVOU OCEL .....	10
1.1 Technický popis damaškové oceli .....	10
1.1.1 Druhy damaškových ocelí .....	10
1.2 Výroba svářkové damaškové oceli.....	12
1.3 Vzory výsledné struktury .....	12
1.4 Historie.....	13
2 ÚČEL DAMAŠKOVÉ OCELI U SPOTŘEBNÍHO ZBOŽÍ .....	15
2.1 Kuchyňské nože .....	15
2.2 Šperkařství.....	15
2.3 Sběratelství a nožířství .....	16
2.3.1 Materiály rukojetí .....	16
3 AUTORSKÝ NÁVRH PROTOTYPU NOŽE .....	18
3.1 Vlastní návrh rozměrů a tvaru nože .....	18
3.2 Návrh polotovaru .....	18
3.2.1 Volba materiálů.....	19
3.3 Návrh polotovaru rukojeti nože .....	19
4 SESTAVENÍ VÝROBNÍHO PROCESU.....	20
4.1 Postup výroby Damaškové oceli.....	20
4.1.1 Sestavení paketu .....	20
4.1.2 Kovářské svaření paketu.....	20
4.1.3 Vrstvení oceli.....	21
4.2 Postup zhotovení tvaru nože .....	21
4.3 Tepelné zpracování nože.....	22
4.4 Dokončovací operace .....	22
4.5 Výroba rukojeti .....	22
4.6 Výroba ochranného pouzdra .....	22
5 REALIZACE VÝROBY .....	23
6 ZHODNOCENÍ PROTOTYPU.....	28
7 DISKUSE.....	30

7.1	Vady vzniklé při výrobě.....	30
7.2	Opatření a doporučení .....	30
ZÁVĚR .....		31
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ .....		32
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....		35
SEZNAM PŘÍLOH.....		36



## ÚVOD

Damašková ocel je zajímavá pro svou originalitu, jedinečnou strukturu a určitou záhadnost původní výroby. Každá taková vykutá ocel je výjimečným exponátem, který už nelze nikdy zopakovat. Díky touze po znovuoobjevení dávno zapomenutého výrobního postupu se mnoho kovářů po celém světě snaží o její napodobení. Její výroba je dlouhodobý proces, který se odráží ve výsledné struktuře a počtu vrstev dvou rozdílných ocelí. Pro své unikátní vlastnosti a tajemství výroby a původu byla damašková ocel doprovázena mnoha legendami.

Druh této oceli je znám už po tisíciletí, kdy v minulosti sloužila převážně k výrobě zbraní. Podle hustoty vrstev ocelí se dalo poznat, kolik času bylo výrobě zbraně věnováno a podle toho následně ceněno. Napříč historií se její využití měnilo a s příchodem nových technologií opakovaně upadalo či naopak rozkvétalo.

V současné době nalezla damašková ocel své využití převážně ve výrobě luxusních nožů pro sběratelské účely, kde ocel mívá krásné a složité vzory. Tyto damaškové čepele bývají v kombinaci s drahými materiály tvořícími rukojeť. Nejčastěji jsou tímto materiálem fosilní nálezy. S příchodem moderních technologií, které umožnily výrobu korozivzdorné damaškové oceli, nalezneme využití také ve šperkařství a při výrobě kuchyňských nožů.

Kvalitní vlastnosti, krásný vzhled a originalita každého výrobku damaškové oceli autora dovedly k cíli bakalářské práce, a to k vlastní ruční výrobě damaškového nože. Autorovou inspirací je také kovářské umění výroby oceli pro zdokonalení vlastních dovedností a pokračování v tomto uměleckém řemesle. Sestavení bakalářské práce může posloužit k delšímu uchování ojedinělého postupu výroby damaškového nože.

## 1 TECHNICKO-HISTORICKÝ POHLED NA DAMAŠKOVOU OCEL

Tato kapitola představuje výrobu damaškové oceli, její historii a jak se její využití, v různém časovém období měnilo.

### 1.1 Technický popis damaškové oceli

Damašková ocel, také pojmenována jako damascenská a damasková, je materiál složený minimálně ze dvou ocelí odlišných vlastností. Nejčastěji se jedná o spojení tvrdé oceli, která má velkou odolnost proti opotřebení, s ocelí měkkou a houževnatou. Tyto oceli jsou pevně spojeny dohromady, nejčastěji kovářským svařováním, a jsou svařovány do vrstev, které vytváří specifickou strukturu damaškové oceli. Damašková ocel má nehomogenní strukturu, která je podle způsobu výroby pravidelná, nebo méně pravidelná. Její vlastnosti pak mohou být velice příznivé. Výsledná ocel je odolná proti zlomení, je pružná a zároveň i odolná proti opotřebení a tvrdá. Tyto vlastnosti se s počtem vrstev zlepšují. Po dokončení výroby oceli není ještě její struktura viditelná. Ocel je třeba vybrousit, vyleptat v kyselině a následně přeleštit. Díky odlišným vlastnostem ocelí, které tvoří damaškovou ocel, se oceli v kyselině rozpouštějí různou rychlostí, a proto se oceli naleptají do rozdílné hloubky. Díky tomuto procesu vynikne výjimečný vzor damaškové oceli [1, 2, 4]. Příklad výsledného vzoru je na obr. 1.



Obr. 1 Specifický vzor damaškové oceli [3]

#### 1.1.1 Druhy damaškových ocelí

##### Svářkový damašek

Jelikož postup výroby pravé damaškové oceli byl zapomenut, vznikaly jeho napodobeniny a pokusy znovu vykovat damaškovou ocel. Svářkový damašek je označení oceli, která se nejvíce svým vzhledem a vlastnostmi přiblížila pravé damaškové oceli. Proto se dnes právě tento způsob výroby označuje jako damašková ocel. Počet vrstev tvořící svářkový damašek činí od 100–500. Těchto vrstev může být i daleko víc, a to v řádu tisíců i

miliónů vrstev. Toto označení pak nese název mikrodamašek. Výroba svářkového damašku bude popsána v následující podkapitole [2, 4, 5].

### **Sendvičová ocel**

Je to damašková ocel s počtem vrstev do deseti. První takové sendvičové vznikaly, když bylo potřeba spojit tvrdou ocel, která se často lámala, s ocelí houževnatou. Proto bylo použito tří vrstev, a to jedné tvrdé oceli tvořící ostří, která byla kovářsky svařena mezi dvě oceli houževnaté, označováno dříve jako železo [2, 5].

### **Litý damašek – Wootz**

Ocel označována jako Wootz, nebo i pravý damašek, je litý damašek vyráběn jako krystalizace měkké oceli, uhlíku, okují, nečistot a dalších legujících prvků. Tato směs je dlouhodobě vystavena vysoké teplotě v uzavřené peci a posléze tuhne. Bohužel tato technika výroby je zapomenuta. Hlavním důvodem je typ nečistot, který Wootzská ocel obsahovala. V současné době se vědci přiklání k názoru, že jsou tyto nečistoty přirovnávány k legujícím prvkům jako je Vanad a Molybden, ale jestli jsou tyto prvky přítomny v těchto ocelích, není prokázáno. Poslední pravděpodobný výskyt těchto čepelí s nejkvalitnějšími vlastnostmi je datován kolem roku 1750 našeho letopočtu. Tato ocel se vyráběla v Indii a do Damašku byla odeslána jako ingot o váze 2,3 kg. V Damašku pak tyto ingoty byly zpracovány kováři, kteří z oceli vykovali meče. V západní Evropě tak ocel přijala název jako damašská ocel. Další teorií, proč se umění výroby této oceli ztratilo je, že Wootzský ingot pocházel z jednoho ložiska rudy, která nesla stopy právě těchto legujících prvků. Právě tento zdroj rudy, který se měl nacházet v Indii, byl vyčerpán nebo se stal nepřístupným. Postupem času tak kováři, kteří o technice věděli, zemřeli, aniž by umění předali svým učňům, tudíž i kdyby se objevil další zdroj rudy, znalosti výroby již nebyli k dispozici [7]. Praktické zobrazení této oceli je na obr. 2.



Obr. 2 Indický meč z oceli Wootz [8]

## Damasteel

Pojem Damasteel je označení korozivzdorné damaškové oceli, která je vyráběna ve Švédsku. Damasteel se vyrábí z práškových korozivzdorných ocelí, které se za vysokých teplot lisují do jednoho bloku. Střídavě se lisují vrstvy těchto ocelí až do vytvoření požadovaného bloku, který již může být označen jako homogenní materiál. Damasteel se nejčastěji používá na výrobu šperků, dekorací a kuchyňských nožů [2, 6].

### 1.2 Výroba svářkové damaškové oceli

Každá výroba svářkové damaškové oceli začíná vhodným výběrem materiálu. Jedna ocel by měla být tvrdá, která vyniká vlastnostmi jako výborná řezivost a odolnost proti opotřebení, a druhá houževnatá. V dnešní době se nejčastěji volí oceli třídy 19 dle ČSN v kombinaci s ocelí třídy 11 nebo 12 dle ČSN [4]. Tyto oceli jsou v podobě plechů naskládány na sebe a spojeny. Výchozí počet vrstev je 7, 9 nebo 11. Tento základní výchozí balíček se nazývá paket. Důvodem lichého čísla je, že perlitická ocel s větším obsahem uhlíku má nižší bod tání, a proto je jsou tyto vrstvy umístěny mezi vrstvy feritické s vyšším bodem tání. Tak se zamezí vyšší ztrátě materiálu a spálení oceli. Dříve byl paket spojen tenkými železnými páskami, nebo dráty, které se nesměli přepálit. Nyní je paket nejčastěji svařen elektrickým obloukem [9].

Díky metodě kovářského svařování jsou pak oceli při teplotách blízkých bodu tání tlakem svařeny v jeden kus. Při svařování v ohni se dříve používal křemičitý písek se sodou jako tavidlo. Dnes je nejčastěji použito boraxu, celým jménem oktahydrát tetraboritanu sodného. Tavidlo rozpouští okuje, které se na vytvářejí na povrchu materiálu při jeho ohřívání, které jsou pro svařování nežádoucí. Paket musí být nahřát na teplotu minimálně 1300 °C v celém svém objemu a silnými údery kladiva nebo bucharu skován dohromady. Musí se postupovat rychle, přesně a rovnoměrně, jinak mohou vzniknout v oceli následující chyby. Nejčastější chybou je nespojení materiálu z důvodu nízké teploty, nepoužití tavidel nebo špatně zvoleného materiálu. Dalšími chybami jsou nečistoty obsažené ve svařovacích plochách a praskání materiálu z důvodu spálení oceli. Díky snadnému výskytu chyby ve výsledné struktuře je výroba damaškové oceli velice náročná, proto kovářské svařování musí být provedeno dokonale. Jakákoli chyba obsažená ve výsledné struktuře tak znehodnocuje damaškovou ocel [4, 10].

Paket svařený do jednoho kusu je poté protažen, rozdělen na dva kusy a svařen dohromady, čímž byly vrstvy ocelí zdvojnásobeny. Tento proces se může několikrát opakovat. Při zdvojnásobení vrstev musí být použito tavidlo, které s údery kladiva vylétává ze svařovaných povrchů. Čím více vrstev ocel má, tím více času bylo do oceli investováno a tím je také ocel cennější. Struktura a vzor damašku ještě není vidět, proto ocel musí být vybroušena, vyleštěna a následně kyselinou leptána. Ocel s vyšším obsahem uhlíku je silněji napadena kyselinou a tudíž ztmavne [9].

### 1.3 Vzory výsledné struktury

Jelikož se nikdy nepodaří vykovat dva stejné kusy damaškové oceli, každý kus je originál. Díky leptání ocelí je pak výsledná struktura ozdobou. Výsledný vzor je pak výsledkem různých metod - ražením vzoru do oceli, kdy je vzor zatlučen do polotovaru

pomocí razicího kladiva, vybroušením jamek, vyvrtáním krátkých neprůchozích děr nebo kroucením materiálu. Díky výjimečnému vzhledu damaškové oceli se vytvářely také padělky, kdy vzory byly na povrch obyčejné oceli leptány kyselinou. Tento vzor byl čistě jen povrchový a nijak neurčoval strukturu čepele. Tyto padělky však řemeslo poškodilo a také to přispělo k úpadku řemesla [2, 9].

- **Lineární nebo i náhodný vzor** - Tento vzor vzniká vybroušením oceli v rovině kolmé na jednotlivé vrstvy.
- **Mapovitý vzor, také zvaný divoký damašek** - Výbrus je zde proveden v rovině rovnoběžné s vrstvami.
- **Vzor malé a velké růže** - Vzor je do oceli vyražen speciálními vzorovými kladivy, které vyrazí do oceli prohlubně, které po vybroušení zanechají vzor v podobě menších či větších opakujících se kruhů připomínajících růže.
- **Torzní vzory** - Vzor vzniká zkroucením damaškové tyče. Tento efekt dosáhne užšího spojení vrstev a dá tak materiálu i vyšší pevnost.
- **Vlnkový vzor** - Vzniká vybroušením drážek do polotovaru a následné překování do roviny.
- **Mozaikový vzor** - Vzor vzniká skládáním do paketu již vytvořených damaškových polotovarů.
- **Vzor peříčko** - Tento vzor vznikne rozpúlením paketu kolmo na vrstvy pomocí sekacího klínu za vysoké teploty a následným kovářským svařením. Proces výroby není jednoduchý a vyžaduje kvalitní ovládání kovářského svařování [1, 2, 9, 12].

Příklady všech zmíněných vzorů jsou v příloze 1.

#### 1.4 Historie

I přesto, že původní postup výroby damaškové oceli nikdy nebyl znovu odhalen, bývá ve zdrojích za počátek výroby zmíněna již doba železná, datována do 1. tisíciletí př. n. l. v Indii. Není však jisté, že postup byl myšlen cíleně, ale pouze jako následek svaření dostupných materiálů za účelem získání většího kusu oceli, který sloužil převážně k výrobě zbraně, která však neměla homogenní strukturu.

Důkazy o účelné výrobě damaškové oceli pochází téměř následně od Keltských kmenů zvládající techniku už v 2. století př. n. l. Keltové vynikali ve svařování, zvládali také leptání a s vysokou pravděpodobností i několikanásobné zdvojnásobení vrstev ocelí.

Velkým rozmachem se stala následná doba římská, kdy došlo k nadměrné poptávce po kvalitních zbraních. Z dochovaných zbraní je patrné, že ocelové a železné vrstvy byly krouceny, aby se dosáhlo těsného spojení. Nejstarším nálezem je římská dýka z 1. století př. n. l., objevena v římském táboře ve Vestfálsku v roce 1967, dokazující pruhovaný damaškový vzor. Technikou se inspirovaly také germánské kmeny. V 9. století došlo k následnému úpadku jejího využití, protože pracná výroba nebyla odměněna.

Největším rozkvětem využití damaškové oceli byl středověk, kdy došlo k rozšíření a zdokonalování damaškové oceli v mnoha částech světa. V Evropě ocel vyráběli váleční mečíři, jako například Frankové, Vikingové a Španělé. Zajímavostí je franský meč, k jehož

výrobě bylo zapotřebí až 500 kovářských úkonů. Meč byl zhotoven z 20 zkroucených damaškových tyčí, které se kovářsky svařily v jeden kus, který tvořil tělo nože, na který se po stranách navařilo ocelové ostří. Výrobek měl vysokou hodnotu, zdroje mluví až o cenách pozemku či jiných nemovitých majetků. Hlavním obchodním centrem byl Damašek v dnešní Sýrii, podle kterého ocel převzala jméno. Do Evropy se ocel dovážela z Asie, kde hlavním střediskem výroby byla Indie, ale i Indonésie a arabské země. O nejvíce zdokonalenou technologii se zasloužilo Japonsko v 16. až 18. století, kde vznikaly fascinující samurajské meče, které jsou významné nejlepšími vlastnostmi a jejich kvalita výroby nebyla nikdy překonána. Ukázka samurajského meče je v příloze 3.

S příchodem palných zbraní poptávka po kvalitní damaškové oceli upadla. Svářková damašková ocel však opět našla své využití v puškařství a dělostřelectví na výrobu hlavní. Tyto hlavně se vyráběly navíjením torzního damaškového pásu na trn, který byl následně kovářsky svařen dohromady. Trn se poté vyvrtal a hlaveň byla vybroušena a vyleptána. Zbraně pak měly vysokou přesnost a odolnost vůči tlaku způsobeným výbuchem střelného prachu. I tato technika nenašla své dlouhodobé využití, protože byla časově, materiálně i finančně náročná.

Postupným vývojem technologie, zlepšováním kvality a odhalením výjimečných vlastností damaškové oceli se převážně ve 20. století kováři a nožíři zasloužili o obnovení výroby svěrkové damaškové oceli, která se nejvíce svým vzhledem podobá historicky původní oceli [1, 2, 5, 9, 11].



## 2 ÚČEL DAMAŠKOVÉ OCELI U SPOTŘEBNÍHO ZBOŽÍ

V současnosti se nachází využití damaškové oceli v oblasti kuchyňského zboží, šperkařství a nejvíce využita je ve sběratelství v podobě zakázkových nožů.

### 2.1 Kuchyňské nože

V každé kuchyni je nůž nepostradatelný nástroj, bez kterého se nelze obejít, a používá se i několikrát denně. Proto je důležité volit do kuchyně vysoce kvalitní nástroje. Kuchyňské nože z damaškové oceli jsou pro tento účel velice vhodné. Nejen, že je nůž tvrdý a přiměřeně lehký, ale uchovává si i svoji ostrost po dlouhou dobu. Tyto nože jsou unikátní i pro svůj originální vzor, který noži dodá eleganci i atraktivitu. Pro složitou výrobu jsou tyto nože výše ceněné, ale se všemi svými výhodami, které převyšují ostatní nože, se tato investice vyplatí. Názorná ukázka těchto damaškových nožů je na obr. 3 [12, 13].



Obr. 3 Set kuchyňských nožů z Japonské damaškové oceli [14]

### 2.2 Šperkařství

Vývojem nových technologií výroby kovů mohl vzniknout korozivzdorný damašek, který dal předpoklad využití v odvětví šperkařství, kde koroze výrobků není možná. Další velkou výhodou je neopakovatelná struktura kovu, která dává šperkům svou originalitu. Ocel se často kombinuje s dalšími drahými kovy, jako je zlato, diamanty a další drahé kameny. Díky tomu se na trhu může najít široké spektrum šperkařských výrobků, jako například snubní prsteny, náušnice, náhrdelníky, náramky, manžetové knoflíčky, spony do vlasů, spony na opasek a jiné. Velmi drahým, ale za to oceňovaným estetickým doplňkem je pero ozdobené damaškovou ocelí, které se vyrábí v kombinaci s kvalitním dřevem [6, 15, 17]. Na obr. 4 jsou snubní prsteny, vyrobené z korozivzdorné damaškové oceli.



Obr. 4 Snubní prsteny z Damasteelu [18]

## 2.3 Sběratelství a nožířství

Největší skupinou pro využití damaškové oceli je nožířství. Díky novodobým technologickým postupům dovedlo toto umění sběratelské nože k dokonalosti, a tak velice stoupla poptávka, převážně z řad sběratelů. Originalita a ojedinělý vzhled damaškové oceli vede k rozvoji vytvoření velice složitých mozaikových vzorů, které zdobí čepel a dává noži i výborné mechanické vlastnosti. S kombinací luxusních materiálů rukojetí dochází ke vzniku dokonalých sběratelských kusů [1, 19].

### 2.3.1 Materiály rukojetí

Prakticky lze rukojeť zhotovit téměř z jakéhokoli materiálu. Mezi nejvíce využívané patří přírodní materiály. Největší skupinou je dřevo, a to především díky svému rozmanitému vzhledu, nízké hmotnosti a snadnému zpracování. Nejdostupnějším materiálem jsou dřeviny - dub, buk, ořech, jasan, bříza a ovocné stromy. Z exotických druhů dřevin pak například eben, oliva, palisandr a mnoho dalších tvrdých dřev. Další exotické dřeviny jsou v příloze 4. Nevýhodou u dřeva je však jeho malá odolnost vůči vlhkosti [20].

Pomocí stabilizace dřeva se může použít i dřevo měkké a staré i několik tisíc let. Jedná se o proces, kdy za střídání vysokého tlaku a podtlaku se do dřeva dostává speciální pryskyřice. Stabilizované dřevo bývá pevné, homogenní a odolné vůči vodě. Pro originální kresbu se často používají nádory listnatých dřevin, dřevo napadené hnilobou a velmi staré dřevo [21].

Dalšími přírodními materiály jsou tvrdé části živočichů. Nejčastější materiál u výroby loveckých nožů je paroh z jelena a rohovina z buvolů. Mezi drahé a luxusní materiály pro výrobu zakázkových nožů se řadí slonovina, perleť, mamutí kel a jeho stabilizované kosti a zuby a další fosilní nálezy [20, 22].

Další skupinou jsou syntetické materiály, které jsou vysoce odolné, kompozitní. Vznikají za vysokých teplot a tlaků namáčením skelných nebo uhlíkových vláken do



epoxidové pryskyřice. Tímto způsobem se namáčí i tkanina. Tyto materiály jsou nazývány pod obchodními jmény jako Micarta, G-10, Kirinite a Uhlíkové vlákno [20].

Sběratelské nože bývají často zdobeny drahými kovy a kameny. Pro ukázkou je na obr. 5 zakázkový nůž. Na rukojeť nože byla použita fosilní mrožovina, ozdobena 14karátovým zlatem a brilianty [19].



Obr. 5 Nůž vyrobený na zakázku [19].

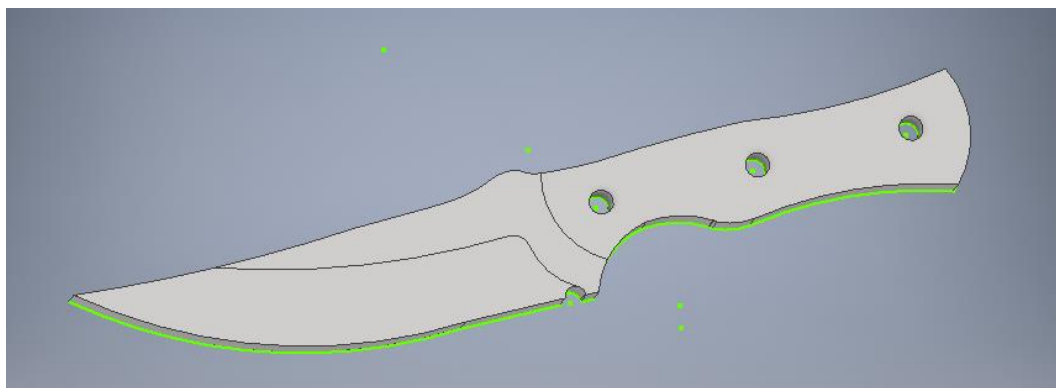
### 3 AUTORSKÝ NÁVRH PROTOTYPU NOŽE

Jako hlavním kritériem pro návrh nože je jeho polotovar z damaškové oceli, která se skládá ze dvou druhů materiálů. Díky originální kresbě této oceli vznikne nůž, který bude jedinečný a již nikdy nebude stejný prototyp vyroben. Struktura této oceli bude patrná až po vyleštění a následného vyleptání povrchu nože. Dále je také potřeba uvažovat o větší pravděpodobnosti výskytu chyby ve formě nedokonalého svaření oceli, které nemusí být hned patrné při kovářském svařování, ale může se objevit až při broušení nože. Proto byly voleny základní dva výchozí materiály se zaručenou svařitelností.

#### 3.1 Vlastní návrh rozměrů a tvaru nože

Tvar nože byl navržen podle autorovy představy tak, aby nůž plnil jak dekorativní, tak i účelovou funkci. Tím se myslí, aby nůž vykonával základní úkony spojené s krájením a řezáním a zároveň jeho design odpovídal autorově představě ideálního nože.

Autorský návrh je na obr. 6. Tvar nože byl nakreslen v 3D programu Autodesk Inventor Professional 2019.



Obr. 6 Vlastní návrh prototypu nože

Nůž byl navržen z jednoho kusu damaškové oceli a jeho rukojeť je tvořena střídkami a třemi kolíky.

Konečné rozměry nože po vybroušení tvaru: 255x35x3,5 mm

#### 3.2 Návrh polotovaru

Jako polotovar byla volena damašková ocel, která se skládá z oceli tvrdé a odolné proti opotřebení a oceli měkké a houževnaté. Tyto oceli byly poskládány do balení a kovářským svařováním spojeny dohromady. Balení bylo překládáno a damašková ocel se tak vrstvila. Díky tomu je ocel tvrdá a zároveň houževnatá a odolná proti zlomení. Čepel nože z damaškové oceli díky rozdílné struktuře mají výbornou řezivost a trvanlivost ostří [30].

Výsledný počet vrstev oceli bylo voleno: **382 vrstev**

Rozměry polotovaru pro výrobu nože byly voleny: **270x40x5 mm**

### 3.2.1 Volba materiálů

#### Ocel 14 260

Jako první materiál byla volena ocel 14 260 dle ČSN, také označována jako 54SiCr6 dle ISO normy. Tato ocel nese označení pružinová, dříve také nožířská. Ocel má vyšší obsah uhlíku a po naleptání damaškové oceli zastupuje ve výsledné struktuře tmavě šedou barvu. Její nevýhodou je nízká odolnost vůči korozi [23]. Složení této oceli je na obr. 7.

C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu
0,500 - 0,600	0,500 - 0,800	1,300 - 1,600	max. 0,035	max. 0,035	0,500 - 0,700	max. 0,500	max. 0,300

Obr. 7 Chemické složení oceli 14 260 v % [24]

#### Ocel 11 375

Jako druhý materiál byla volena ocel 11 375 dle ČSN, nebo také názvem S235JRG2 dle ISO normy. Jedná se o ocel neušlechtilou a konstrukční, tvářenou za tepla po rozpouštěcím žíhání a umělém stárnutí. Ocel je vhodná ke svařování, pro součásti svařované kovářsky a pro výrobu běžných strojních součástí a konstrukcí. Ocel má nižší obsah uhlíku a po naleptání damaškové oceli představuje světlejší složku výsledné struktury. Složení této oceli je na obr. 8 [25, 26].

C	Mn	Si	P	S	N	Al
max. 0,170			max. 0,045	max. 0,045	max. 0,009	

Obr. 8 Chemické složení oceli 11 375 v % [27]

### 3.3 Návrh polotovaru rukojeti nože

Rukojeť nože byla zhotovena ze střenek z olivového dřeva, které má výjimečnou kresbu obsahující žlutohnědé pruhy. Tato kresba olivového dřeva je na obr. 9. Díky tvrdosti, která dosahuje  $1520 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-2}$ , se olivové dřevo řadí do skupiny neobyčejně tvrdých dřevin. Tato dřevina je velice odolná a tvrdá, proto je vhodná pro rukojeť nože. Další důležitou vlastností je odolnost vůči teplé i studené vodě [28].

Polotovar střenek rukojeti: 2x olivové dřevo 125x50x13 mm



Obr. 9 Polotovar rukojeti, dřevo oliva [29]

## 4 SESTAVENÍ VÝROBNÍHO PROCESU

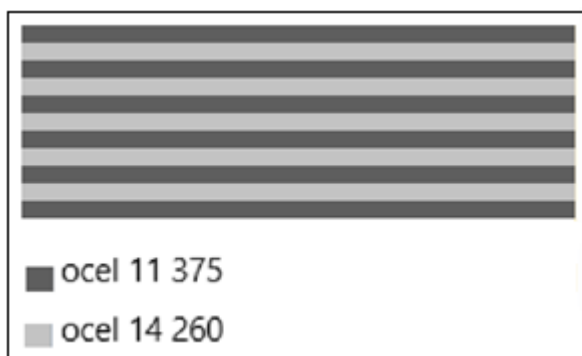
Kapitola obsahuje sestavený postup výroby nože.

### 4.1 Postup výroby Damaškové oceli

Zde je předložen autorův postup výroby damaškové oceli od nařezání materiálu až po vykutí polotovaru. Bezchybné svaření oceli je nejdůležitější část výroby nože.

#### 4.1.1 Sestavení paketu

Na sestavení paketu bylo voleno 11 plechových pásů v rozměru 120x30x3 mm. Paket obsahoval 5x plech z oceli 14 260 dle ČSN a 6x plech z oceli 11 375 dle ČSN. Uspořádání plechů je na obr. 10.



Obr. 10 Uspořádání plechů do paketu

Broušením byly plechy zbaveny koroze a očištěny od nečistot. Plechy byly k sobě svařeny obloukovým svařováním pomocí tavné obalené elektrody s označením E-B 121, 3,2/450 mm. Svar byl proveden na čelní a zadní straně paketu. Aby nebyla narušena výsledná kresba damaškové oceli, svar na bocích paketu proveden nebyl. Na zadní stranu paketu byla přivařena ocelová tyč, která sloužila k manipulaci paketu.

#### 4.1.2 Kovářské svaření paketu

Připravený paket byl zahřát ve výhni na kovací teplotu která činila 830-880 °C. Ocel takové teploty svítila světle červenou barvou. V té chvíli se jednotlivé plechy roztahovaly a bylo třeba je porovnat a skovat k sobě, aby mezi nimi nebyla mezera. Paket byl očištěn drátěným kartáčem od okují. Při stejné teplotě byl paket posypán tavidlem. Bylo použito směsi křemičitého písku a boraxu. Tavidlo vytvořilo na povrchu ochrannou vrstvu a zamezilo tak přístupu kyslíku do materiálu a vzniku okujím. Zároveň umožnilo prohřát paket celý, přitom tavidlo chránilo povrch oceli před spálením. Poté byl paket ohřát na svařovací teplotu, která činila 1350 °C. Při takové teplotě ocel svítila bílým žářem a začínala se „potit“. Takový pojem určuje stav oceli, kdy na povrchu začíná materiál téct. V tu chvíli byl paket připraven na svaření. Paket byl rychle přemístěn na kovádku a silnými údery kladiva byl spojen v jeden celek. Ocel byla znovu ohřívána na svařovací teplotu byla protahována na pásovinu. Hlavním cílem byla snaha vykovat pásovinu o průřezu 30x10 mm.

#### 4.1.3 Vrstvení oceli

Pásovina byla rozřezána na dva stejné díly. Povrch byl broušením zbaven okují. Mezi dva kusy pásovin byl vložen plech oceli 14 260 dle ČSN o průřezu 30x3 mm, stejné délky jako dva kusy již svařené oceli, aby nebyly dvě vrstvy stejného materiálu svařeny k sobě. Oceli byly k sobě svařeny a stejný postup kovářského svařování se opakoval až do docílení zvoleného počtu vrstev. Výpočet konečného počtu vrstev je v tab. 1.

Tab.1 výpočet počtu vrstev oceli.

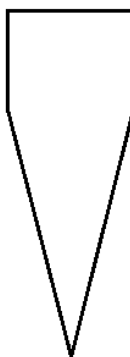
výchozí počet plechů tvořený paket	5+6=	11 vrstev
první přeložení	$(11 \cdot 2) + 1 =$	23 vrstev
druhé přeložení	$(23 \cdot 2) + 1 =$	47 vrstev
třetí přeložení	$(47 \cdot 2) + 1 =$	95 vrstev
čtvrté přeložení	$(95 \cdot 2) + 1 =$	191 vrstev
páté přeložení - bez přidaného materiálu	$191 \cdot 2 =$	382 vrstev

V posledním přeložení nebyl přidán materiál, protože by tato vrstva ve výsledné struktuře vynikala svou tloušťkou nad ostatními vrstvami.

Po posledním svaření následovalo „vynesení damašku“. Znamená to, že ocel byla otočena o 90 stupňů a kovalo se svisle na vytvořené vrstvy. Tak byl vytvořen polotovár pásovin, ze které byl vykut předběžný tvar nože s přídavky na opracování.

#### 4.2 Postup zhotovení tvaru nože

Výbrus tvaru nože byl zhotoven na pásové brusce brousicím pásem o zrnitosti P80, na konečný rozměr nože 255x35x3,5 mm. Další operací byl výbrus částečného klínového ostří. Průřez tohoto typu ostří je na obr. 11. Tyto operace byly opakovány i s brousicím pásem zrnitosti P120.



Obr. 11 Průřez částečného klínového ostří

Další operací bylo orýsování polohy děr určených pro kolíky a důlčíkem byly díry označeny. Na stojanové vrtačce byly vyvrtány tři díry o Ø5,4 mm a vrtákem o Ø10 mm byly sraženy hrany. Kvůli odlehčení rukojeti nože byly náhodně vyvrtány ve volném místě rukojeti další díry o Ø7 mm a sraženy jejich hrany vrtákem o Ø10 mm.

Čepel nože byla následně ručně broušena brousicím papírem v následujícím pořadí zrnitosti: P200, P320, P400 a P600.

#### 4.3 Tepelné zpracování nože

Nůž byl nejprve natřen ochranným kalicím nátěrem Tinderex, díky němuž při ohřevu a následném ochlazení bylo dosaženo kvalitního a hladkého povrchu. Při kalení bylo nutno přesáhnout teplotu 727 °C, aby došlo k překrystalizaci materiálu. Bylo zvoleno výsledné hodnoty 54 - 4 HRC. Nůž byl ohřát v nízkotlaké vakuové peci na teplotu 860 °C a výdrž na této teplotě byla 20 minut. Následně byl nůž ochlazen v olejové lázni. Poté byl výrobek odmaštěn a ihned popuštěn na 200 °C na 1,5 hodiny, aby došlo ke snížení jeho křehkosti a vnitřního pnutí. Po popuštění následovalo kontrolní měření tvrdosti.

#### 4.4 Dokončovací operace

Po kalení následovaly dokončovací operace. Nůž byl ručně broušen brousicím papírem v následujícím pořadí zrnitosti: P600, P800, P1000, P1200. Následně byl nůž pomocí leštící pasty vyleštěn na hadrovém kotouči do zrcadlového lesku.

V tu chvíli byl nůž připraven na leptání, díky němuž se vykreslila výsledná struktura damaškové oceli. Leptání bylo provedeno v roztoku chloridu železitého po dobu 10 minut a poté byl nůž přeleštěn brousicím papírem o zrnitosti P1500. Nůž byl naostřen na brousicím kameni.

#### 4.5 Výroba rukojeti

Střenky nože byly vyvrtány vrtákem o Ø5 mm tak, aby díry byly totožné s dírami v noži. Následně byly hrubě vybroušeny na pásové brusce do přibližného tvaru rukojeti. Z korozivzdorné kulatiny o Ø5 mm byly nařezány 3 kolíky o délce 40 mm. Střenky byly k noži přilepeny dvousložkovým epoxidovým lepidlem a zajištěny kolíky. Vytvrzení lepidla trvalo 24 hodin. Následně byla rukojeť vybroušena do konečného tvaru brousicím papírem o zrnitosti P180 a poté namořena lněným olejem pro zvýraznění kresby dřeva a jeho údržbu.

#### 4.6 Výroba ochranného pouzdra

Z hovězí usně o tloušťce 3 mm byl vystřižen tvar pouzdra, odpovídající vyrobenému noži. Díry pro nit byly vyvrtány vrtákem o Ø1 mm a následně bylo pouzdro sešito dohromady voskovanou nití. Hotové pouzdro bylo ošetřeno impregnačním nátěrem.



## 5 REALIZACE VÝROBY

Tato kapitola předkládá vlastní výrobu prototypu nože a jsou zde uvedeny výrobní operace. Výroba probíhala dle zvoleného výrobního postupu popsáném v kapitole 4. Vykování damaškové oceli bylo časově náročným procesem. Doba strávená výrobou oceli byla 11 hodin čistého času. Celková doba všech operací výroby nože trvala v součtu 29 hodin čistého času.

Jako první operací bylo nařezání zvolených materiálů na daný rozměr v podobě plechů, které byly uspořádány do paketu a následně svařeny. Pro manipulaci byla přivařena k paketu tyč (obr. 12).



Obr. 12 Sestavení paketu

Paket byl za použití tavidla kovářsky svařen v jeden kus (obr. 13).



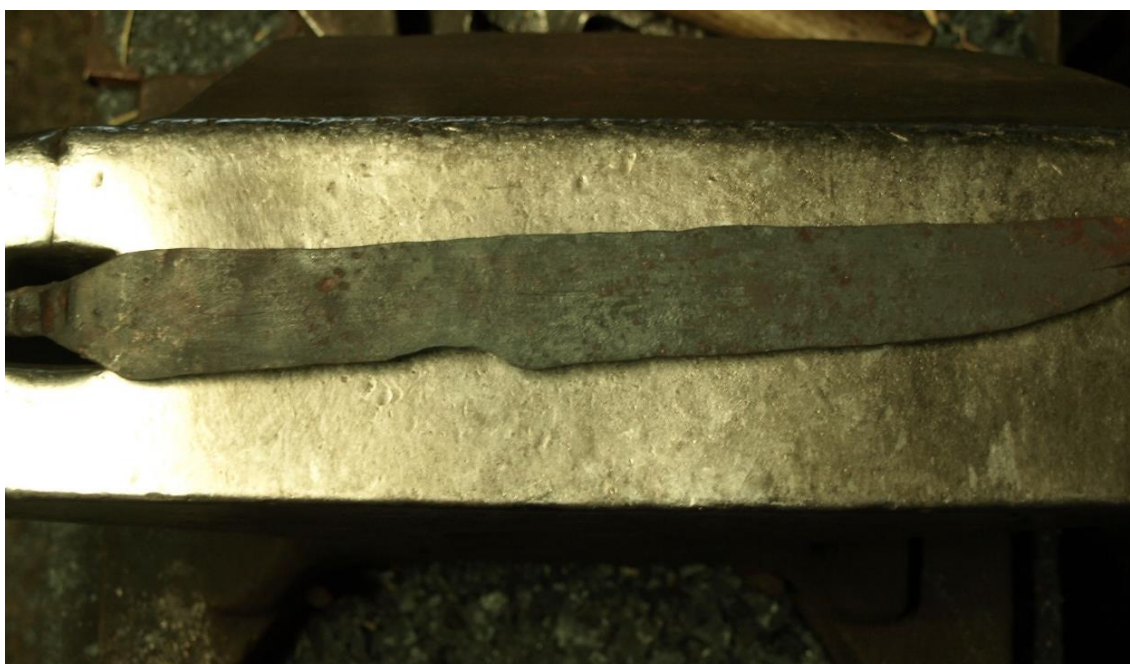
Obr. 13 Kovářské svaření paketu

Následovalo vykutí oceli do požadovaných rozměrů a následné přeložení. Mezi vzniklý materiál byla vložena ocel s vyšším obsahem uhlíku (obr. 14). Poté byla ocel znovu kovářsky svařena a postup se opakoval, dokud nebylo dosaženo konečného počtu vrstev.



Obr. 14 Překládání a vrstvení ocelí

Poté byl vynesena damašek a vykut předběžný tvar nože (obr. 15).



Obr. 15 Vykování do předběžného tvaru nože



Následující operací bylo vybroušení tvaru a ostří nože, vyvrtání děr pro střenky a pro odlehčení rukojeti. Poté byl nůž natřen ochranným nátěrem (obr. 16). Nůž byl zakalen v olejové lázni a následně popuštěn. Podle zkoušky tvrdosti dle Rockwella byla naměřená tvrdost nože 51 - 2 HRC.



Obr. 16 Vybroušený nůž natřen ochranným kalicím nátěrem

Po tepelném zpracování byl nůž vybroušen, přešetřen a vyleptán v roztoku chloridu železitého. Po vyleptání byl zviditelněn vzor damaškové oceli (obr. 17).



Obr. 17 Struktura damaškové oceli po vyleptání

Z olivového dřeva byly nahrubo zhotoveny střenky rukojeti a nařezány 3 kolíky z korozivzdorné oceli. Všechny součásti tvořící nůž byly zobrazeny na obr. 18.



Obr. 18 Nůž připraven na lepení

Součásti nože byly slepeny epoxidovým dvousložkovým lepidlem. Vytvrzení lepidla trvalo 24 hodin. Poté byla rukojeť nože vybroušena do finální podoby a natřena lněným olejem (obr. 19). Ostří nože bylo nabroušeno na brousicím kameni.



Obr. 19 Vybroušení rukojeti

Poslední operací byla výroba ochranného pouzdra, které bylo sešito z hovězí usně a ošetřeno impregnačním voskem (obr. 20).



Obr. 20 Vyobrazení nože v ochranném pouzdře



## 6 ZHODNOCENÍ PROTOTYPU

Nůž byl vyroben dle zvoleného technologického postupu a splňuje základní požadavky. Damašková ocel byla vykována do konečných 382 vrstev. Jeho rozměry a tvar se shodují s návrhem. Rukojeť nože padne dobře do ruky a dovolí tak pevný úchop.

Délka čepele nože je 130 mm.

Délka rukojeti je 125 mm.

Ve výsledné struktuře lze vidět menší praskliny, které vznikly nedokonalým kovářským svařením ocelí dohromady. Jedná se tedy o vadu ve struktuře čepeli (obr. 21). Prasklina při vykování tvaru nože nebyla viditelná a byla spatřitelná až při broušení. Důvodem vzniku nedokonalého svaření může být to, že nebylo dosaženo svařovacích teplot nebo se teplota snížila při přemístění oceli z výhně na pracoviště.



Obr. 21 Detail vzniklých prasklin na čepeli

Další estetická nedokonalost v podobě ztráty materiálu těsně u rukojeti nože vznikla výskytem okují. Detailně je vada na obr. 22.



Obr. 22 Detailní zobrazení vypálení materiálu okujemi

Z důvodu malého množství výskytu uhlíku ve zvolených ocelích se při tepelném zpracování ocel nemohla vytvrdit na vysokou tvrdost. Proto bylo při tepelném zpracování dosaženo optimálních hodnot.

Naměřená tvrdost nože odpovídá 51 - 2 HRC.

Pro dosažení vyšší tvrdosti nože by bylo vhodné zvolit jiný druh ocelí, které tvoří počáteční paket damaškové oceli.

Při zkoušce ostrosti byl proveden čistý řez papírem. Nůž byl naostřen správně.

## 7 DISKUSE

Zde jsou rozebrány vady vzniklé při výrobě a vhodná doporučení, jak se vad vyvarovat při opakované výrobě damaškového nože.

### 7.1 Vady vzniklé při výrobě

Jak již bylo uvedeno v předešlé kapitole, ve struktuře nože vznikly vady v podobě praskliny a spálené oceli důsledkem okují. Prasklina oslabuje čepel a při hrubším zacházení může vést k odštěpení části čepele nebo k jejímu rozlomení. Proto by se na čepelích kvalitních nožů neměla vůbec vyskytovat.

### 7.2 Opatření a doporučení

Pokud by se pracovní postup opakoval, jsou zde uvedeny vhodné doporučení autora, aby ke vzniku praskliny výrobě damaškové oceli nedošlo.

Jelikož jsou při výrobě damaškové oceli použity oceli, které nejsou odolné vůči korozi, nejdůležitější opatření je odstranit veškerou korozi z výchozích materiálů. Také je vhodné u všech počátečních plechů obrousit všechny nerovnosti a nedokonalosti, aby se docílilo co nejkvalitnějšího svaření paketu.

Při každém překládání je důležité povrch materiálu očistit od okují a nečistot. Plochy, které budou svařeny k sobě, je dobré opět zbrousit do roviny. Také je vhodné zahřátý materiál průběžně čistit drátěným kartáčem od vzniklých okují.

Dalším doporučením je docílit potřebné svařovací teploty a prohřátí celého průřezu svařovaného materiálu za přítomnosti tavidla. Svaření by mělo proběhnout přesně a rychle. Pokud by materiál neměl potřebnou teplotu, materiál se nespojí kvalitně a nemusí být svařen dokonale v celém průřezu.

## ZÁVĚR

V teoretické části bakalářské práce byla za pomoci odborných zdrojů zobrazena damašková ocel, její technologické vlastnosti, výroba svárkového damašku, druhy vyráběných damaškových ocelí v současnosti a jejich výsledné vzory. Na technický pohled navázal pohled historický, kde se pojednává o původním využití oceli a výrobě v různých dějinných obdobích až do současnosti.

Další část byla věnována praktickému provedení návrhu nože, kde byly zvoleny dvě výchozí oceli pro výrobu damaškové oceli. Oceli byly voleny tak, aby byly zaručeně svařitelné. Dále byl nakreslen tvar nože a stanoveny rozměry. V návrhu nože byl také vybrán materiál rukojeti.

Jako největší přínos autor považuje sestavení originálního technologického postupu, který vznikl v 90. letech v naší republice, kdy se u nás o damaškové oceli příliš nevědělo vlivem cenzury odborných zdrojů ze zahraničí. Kováři tak museli sami experimentovat v postupu výroby.

Následně byla provedena ruční výroba nože dle navrženého postupu, kdy výsledný vzhled a vlastnosti nože odpovídaly návrhu. Byly splněny požadavky tepelného zpracování pro zvolené oceli, které daly předpoklad kvalitním vlastnostem vzniklého damaškového nože.

Poslední část bakalářské práce hodnotí vzniklý prototyp nože. Celkově je nůž hodnocen jako funkční a splňuje předpokládaný účel. Díky kombinaci výjimečného vzoru damaškové oceli a rozmanitému vzhledu olivového dřeva došlo ke vzniku ručně vyráběného damaškového nože, který může sloužit jak svou funkcí, tak i k dekorativním účelům.

Cíl bakalářské práce byl splněn, vzniklý výrobek může sloužit po mnoho let a veškeré popsané pracovní postupy a vědomosti obsažené v této práci mohou kohokoliv inspirovat. Uchování postupu výroby damaškové oceli může také přispět k obnovení a dalšímu rozvíjení postupů výroby této ojedinělé oceli.

**SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ**

1. ČECHLOVSKÝ, S. a M. ČERNÝ. *Nože-nůž: Povídání o damaškové a vrstvené oceli – část I* [online]. Staropacká, Nová Paka. [cit. 2021-01-12]. Dostupné z: <http://www.noze-nuz.com/recenze/damasek1/damasek1.php>
2. HORÁK, M. *Knife: Damašková ocel* [online]. [cit. 2021-01-12]. Dostupné z: <https://www.knife.cz/Knifecz/Technika/tabid/57/ctl/Details/mid/384/ItemID/50/Default.aspx>
3. GERARD, P. *Many Eats: Damascus Steel: A Legendary Process – and Its Modern Attempts* [online]. [cit. 2021-03-15]. Dostupné z: <https://manyeats.com/damascus-steel-and-its-modern-attempts/>
4. *Naše nože: Historie damascenské oceli.* [online]. [cit. 2021-01-12]. Dostupné z: <https://www.nasenoze.cz/historie-damaskove-oceli/>
5. PLEINER, R. *Staré evropské kovářství.* Praha: Československá akademie věd, 1962. ISBN 21-024-62.
6. *Damasteel* [online]. [cit. 2021-01-15]. Dostupné z: <http://www.damasteel.cz/>
7. VERHOEVEN, J. D., A.H. PENDRAY a W.E. DAUKSCH. *The Minerals, Metals & Metals Materials Society: The Key Role of Impurities in Ancient Damascus Steel Blades* [online]. [cit. 2021-01-16]. Dostupné z: <https://www.tms.org/pubs/journals/JOM/9809/Verhoeven-9809.html>
8. *Matthew Forde: A Collectors Guide to Wootz Steel* [online]. [cit. 2021-01-16]. Dostupné z: <https://www.fordemilitaryantiques.com/articles/2019/4/4/is-it-wootz>
9. HÖPER, J. *Damaszenerstahl.* 2. vyd. Münster: Regionální sdružení Vestfálsko-Lippe, 1987.
10. FROLEC, I. *Kovářství.* Praha: Grada, 2003. ISBN 80-247-0611-3.
11. HORSKÝ, K. *Damaškové nože: Damašková ocel* [online]. [cit. 2021-02-05]. Dostupné z: <https://damaskovenoze.wbs.cz/Damaskova-ocel.html>
12. *Traminal: Damašková ocel a její vlastnosti* [online]. Praha, Kaprova 42. [cit. 2021-02-07]. Dostupné z: <https://www.traminal.cz/vlastnosti-damaskove-oceli/>
13. *Dellinger* [online]. Bystrá, Praha 9. [cit. 2021-02-11]. Dostupné z: <https://dellinger.cz/cs/114-kuchynske-noze>
14. BUREŠ, V. *Damano* [online]. Rychnov na Moravě. [cit. 2021-02-13]. Dostupné z: <https://www.damano.cz/kuchynsky-set-5-nozu-xinzuo-b20-z-japonske-damaskove-oceli/>
15. *Kredum* [online]. Libonice, Hořice. [cit. 2021-02-14]. Dostupné z: <https://www.kredum.cz/eshop-kategorie-sperky.html>
16. PELIKÁN, P. *Pelikán knives* [online]. Praha: Velká Chuchle. [cit. 2021-03-25]. Dostupné z: <http://pelikanknives.com/cz/>



17. ČILIAK, M. *Wood Design* [online]. Poděbradova, Plzeň. [cit. 2021-03-12]. Dostupné z: <https://www.michalciliak.cz/proc-si-pero-poridit-2/>
18. OK Šperky. [online]. Ivana Olbrachta, Kladno [cit. 2021-03-17]. Dostupné z: <https://www.ok-sperky.cz/Snubni-prsteny-kovana-nerezova-ocel-damasteel-DA-1001-d3061.htm>
19. DAROM, D. *Zakázkové nože s pevnou čepelí*. Praha: Slovart, 2007. ISBN 978-80-7209-914-6.
20. MIKLÁŠ, R. *Kniland: Rukojeti nožů – používané materiály* [online]. Gogořova, Bratislava [cit. 2021-03-28]. Dostupné z: <https://www.kniland.cz/o-nozich/rukojeti-nozu-pouzivane-materialy/>
21. *Jatagan: Vše o stabilizaci dřeva* [online]. Staré Buky [cit. 2021-04-02]. Dostupné z: <https://www.jatagan.eu/clanky/stabilizace-dreva>
22. ČURDA, J. *Kovářství Čurda: Sběratelské nože* [online]. Rešice, Tulešice [cit. 2021-04-04]. Dostupné z: <https://kovarstvicurda.cz/kategorie/sberatelske-noze/>
23. KLOGNER, D. *Kudlářství Klogner: Uhlíková ocel 14260* [online]. Pražská, Dobroměřice [cit. 2021-04-08]. Dostupné z: <https://www.kudlarstvi.cz/kopie-z-1-4116/>
24. *CZ Ferro-Steel: Tyče 14260* [online]. 2. května, Napajedla [cit. 2021-04-08]. Dostupné z: <http://www.czferrosteel.cz/pdf/tyce-14260.pdf>
25. *Techportál: Materiálový list oceli 11375* [online]. Evropská, Praha 6 [cit. 2021-04-14]. Dostupné z: [https://www.techportal.cz/searchcontent.phtml?getFile=2AXR\\_TUAMiBFGAgUc6BzY5pKR4a\\_RmSdJyeRJhvvhWt6GT3USXlrODF32bS3UUhLT\\_peBZxsdEl75N8MGgz73w](https://www.techportal.cz/searchcontent.phtml?getFile=2AXR_TUAMiBFGAgUc6BzY5pKR4a_RmSdJyeRJhvvhWt6GT3USXlrODF32bS3UUhLT_peBZxsdEl75N8MGgz73w)
26. *Ferona: Materiálové normy* [online]. Havlíčková, Praha 1 [cit. 2021-04-14]. Dostupné z: <https://online.ferona.cz/materialove-normy/>
27. *CZ Ferro-Steel: Tyče 11375* [online]. 2. května, Napajedla [cit. 2021-04-08]. Dostupné z: <http://www.czferrosteel.cz/pdf/tyce-11375.pdf>
28. *Olis: Olivové dřevo – charakteristika a péče* [online]. Americké Armády, Sušice [cit. 2021-04-07]. Dostupné z: <https://shop.oliscz.eu/clanky-oliscz/olivove-drevo/>
29. VLUKA, V. *Svarog* [online]. Dolní Marklovice, Petrovice u Karviné [cit. 2021-04-14]. Dostupné z: <https://www.svarog.cz/products/oliva/>
30. PAJL, J. *O nožích nejen loveckých*. Praha: Grada, 2010. ISBN: 978-80-247-3502-3.
31. SEMERÁK, G. a K. BOHMANN. *Umělecké kovářství a zámečnictví*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1977. ISBN 04-703-777.
32. SOREN, A. *Chladné zbraně: Samuraj samurajů* [online]. K Raškovci, Kolín [cit. 2021-04-28]. Dostupné z: <https://www.chladnezbrane.eu/clanky-a-recenze/samuraj-samuraju/>

33. PAUL, P. *Truhláříme: Exotické dřevo samurajů* [online]. Počátky, Chotěboř [cit. 2021-04-28]. Dostupné z: [http://truhlarime.cz/eshop/exoticke\\_drevo.html](http://truhlarime.cz/eshop/exoticke_drevo.html)
34. *Eluc: Druhy brusiva* [online]. [cit. 2021-04-28]. Dostupné z: <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/1252>
35. *Hobbyinstory* [online]. [cit. 2021-04-28]. Dostupné z: <https://hobby.instory.cz/422-jak-vybrat-spravny-brusny-papir.html>

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

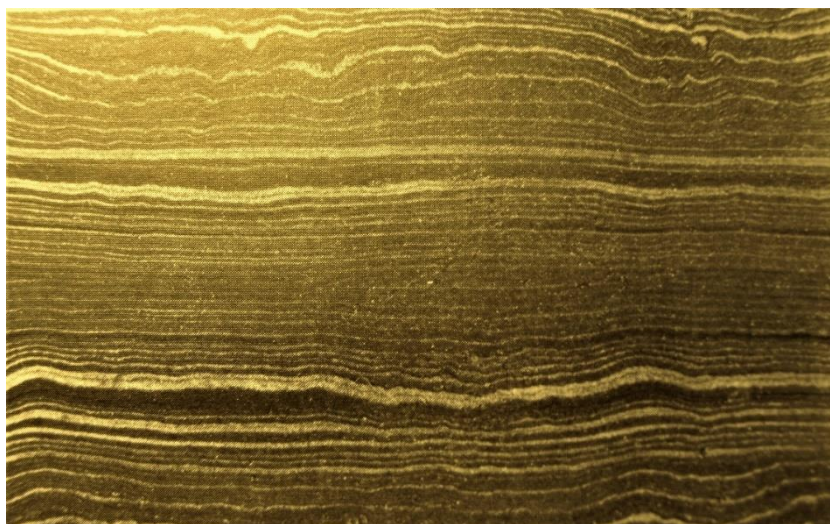
<b>3D</b>	trojrozměrný
<b>°C</b>	stupeň Celsia
<b>E-B 121</b>	označení elektrody
<b>G-10</b>	označení kompozitního vrstveného laminátu
<b><math>g \cdot cm^{-2}</math></b>	jednotka tvrdosti
<b>HRC</b>	tvrdost dle Rockwella
<b>kg</b>	kilogram - jednotka hmotnosti
<b>max.</b>	maximální
<b>mm</b>	milimetr - jednotka délky
<b>obr.</b>	obrázek
<b>P</b>	počet brousicích částic na $cm^2$
<b>př. n. l.</b>	před naším letopočtem
<b>tab.</b>	tabulka
<b>Ø</b>	průměr

## SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1	Výsledné vzory damaškové oceli
Příloha 2	Fotodokumentace hotového prototypu nože
Příloha 3	Samurajský meč
Příloha 4	Druhy exotických dřevin vhodných pro rukojeť nože
Příloha 5	Značení brousicích zrn

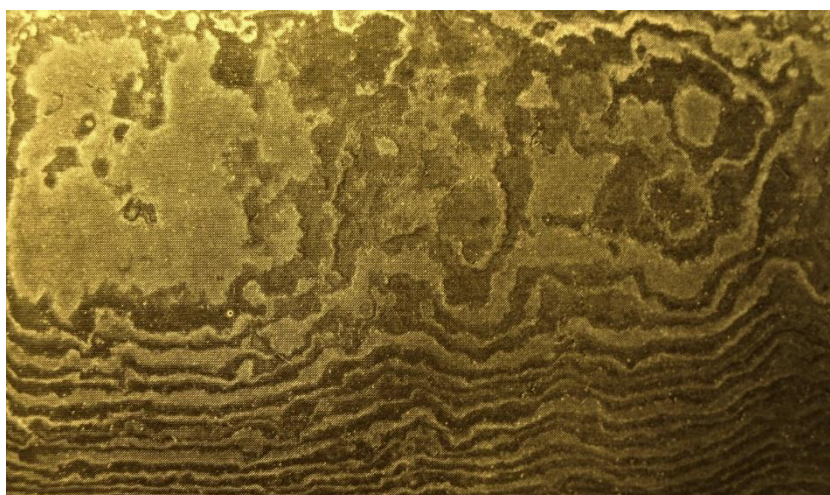
**Výsledné vzory damažkové oceli**

Lineární / náhodný vzor



Ukázka ze vzorové tabulky vytvořená Manfredem Sachse [9].

Mapovitý vzor / divoký damašek

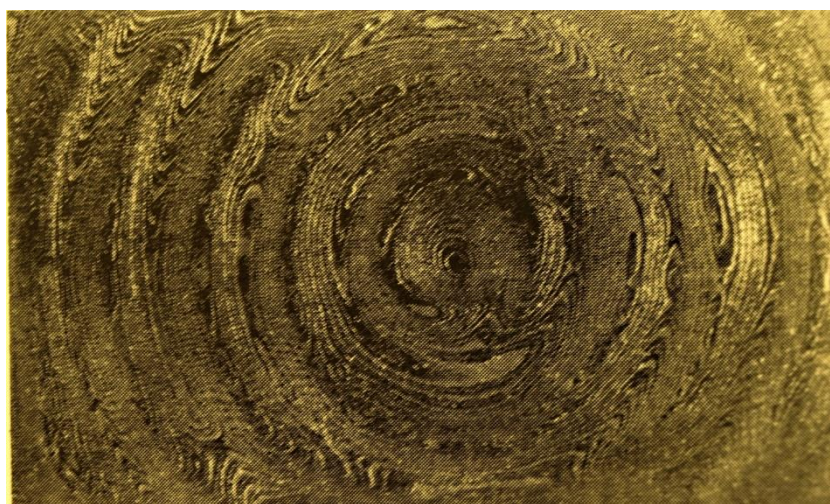
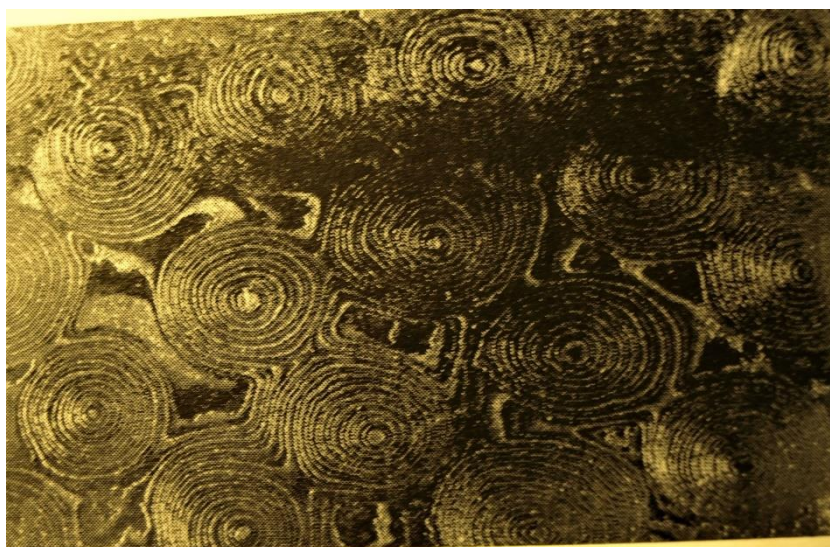


Ukázka ze vzorové tabulky vytvořená Manfredem Sachse [9].



**Výsledné vzory damaškové oceli**

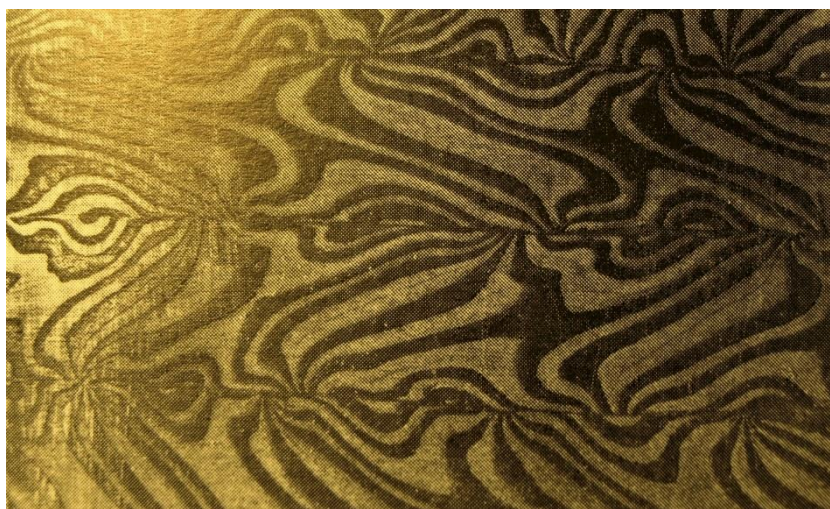
Vzor malé a velké růže



Ukázka ze vzorové tabulky vytvořená Manfredem Sachse [9].

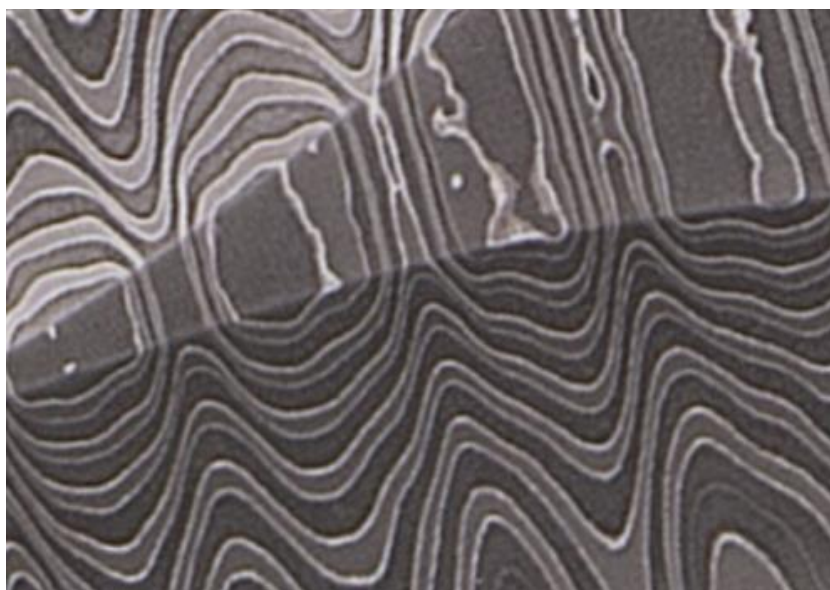
**Výsledné vzory damaškové oceli**

Torzní vzor – hrubě zkroucené 4 damaškové tyče



Ukázka ze vzorové tabulky vytvořená Manfredem Sachse [9].

Vlnkový vzor



Vlnkový vzor zakázkového nože [19].



**Výsledné vzory damažkové oceli**

Mozaikový vzor



Mozaikový vzor zakázkového nože [19].

Vzor peříčko



Ukázka vzoru peříčko [16].

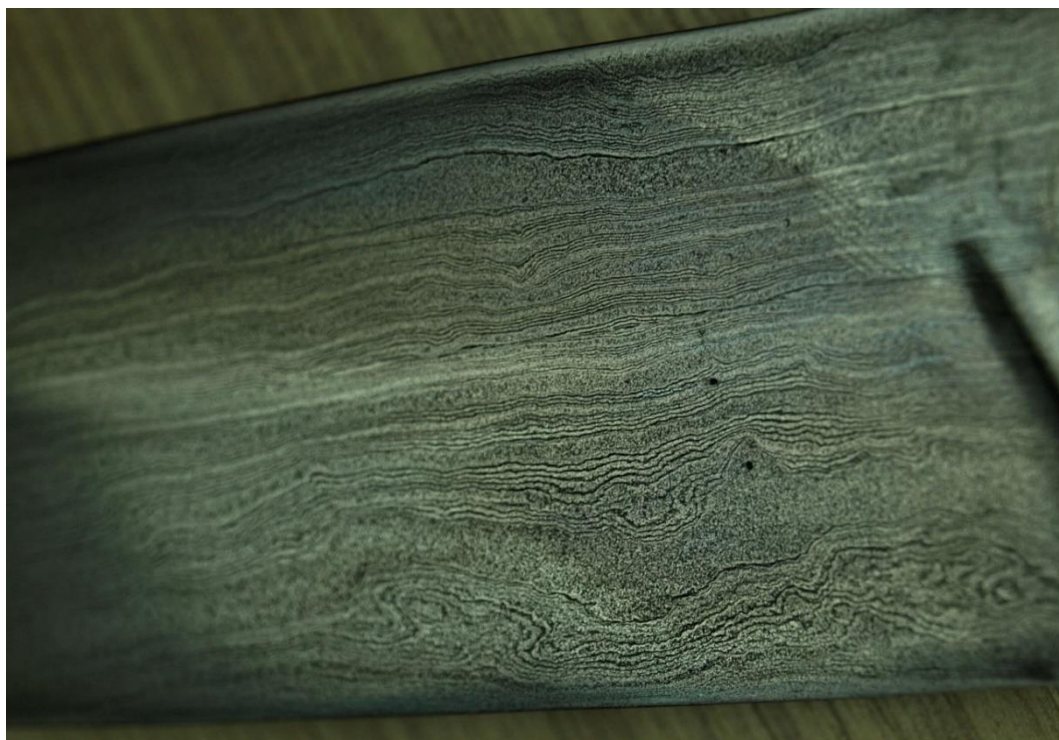


## PŘÍLOHA 2 LIST 1/2

Fotodokumentace hotového prototypu nože



**Fotodokumentace hotového prototypu nože**



### Samurajský meč [32]

Nejznámější japonský meč – katana.



Mijamoto Musaši je známý jako „největší samuraj“. Jeho odkaz přetrval až do současné doby. Ve svých 25 letech se stal neporaženým samurajem. Musaši žil v 17. století v Japonsku. Přežil 6 velkých bitev a 60 soubojů.





## PŘÍLOHA 4

### Druhy exotických dřevin vhodných pro rukojeť nože [33]

Desert Ironwood Výskyt: Arizona	
Dub cesmínový Výskyt: středomoří, jižní Afrika, Chile	
Eben Africký Výskyt: Afrika	
Padouk Výskyt: Afrika	
Palisandr Výskyt: střední a jižní Amerika, Indie, Madagaskar	
Teak Výskyt: jižní a jihovýchodní Asie	
Zebrawood Výskyt: rovníková Afrika	

## PŘÍLOHA 5

### Značení brousicích zrn [34, 35]

Brousicí zrna jsou tvrdé, houževnaté a ostré krystaly, se kterými lze brousit měkčí materiály. Zrna mohou být přírodního nebo syntetického původu.

Přírodní brusiva jsou například granát, křemen smirek, pazourek a diamant. Tvrdost přírodních brusiv je nižší než u umělých brusiv. Výjimku tvoří pouze diamant, který je tvrdší než syntetická brusiva.

Syntetické brusiva mohou být:

- Umělý korund - také označován jako oxid hlinitý, nejpoužívanější brusivo pro broušení oceli, litiny a bronzu.
- Karbid křemíku - vhodný pro opracování slinutých karbidů, hliníku a mědi.
- Kubický nitrid boru - po diamantu nejtvrdší brusivo, použití až do teploty 1400 °C.
- Syntetický diamant - vhodný pro velmi tvrdé materiály a tvarování brousicích kotoučů. Jako prášek se používá do brousicích a leštících past.

Písmeno P v kombinaci s číslem označuje zrnitost brousicích nástrojů a pomůcek. Čím nižší číslo je, tím hrubší zrna byla na nástroj použita.

Značení zrna	Vhodnost použití
P 20 - 80	hrubování
P 80 - 400	předbroušení
P 400 - 2000	Dohlazení povrchu, dokončovací broušení, leštění.

